

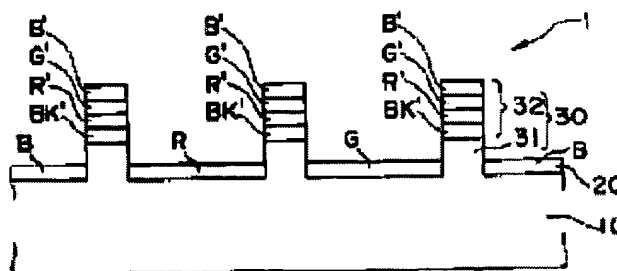
COLOR FILTER FOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE, MANUFACTURE THEREOF, AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

Patent number: JP10239513
Publication date: 1998-09-11
Inventor: HANEDA AKIO; YASUI RYOSUKE
Applicant: TOPPAN PRINTING CO LTD
Classification:
- international: G02B5/20; G02F1/1335; G02F1/1339
- european:
Application number: JP19970043749 19970227
Priority number(s):

Abstract of JP10239513

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the height of a spacer layer high so as to improve the display quality, by forming a plurality of board protruding parts at parts where black matrix layers are to be arranged, forming a laminated part from a light shielding part and coloring material of a plurality of colors on each board protruding part, and providing a spacer layer formed of the board protruding part and the laminated part.

SOLUTION: The color filter 1 for liquid crystal display device is provided with black matrix layers formed on a transparent board 10 so as to form light shielding parts, and color filter layers 20 formed on the transparent board 10 so as to constitute picture elements. A plurality of board protruding parts 31 are provided at parts where the black matrix layers are arranged. A laminated part 32 with a light shielding part and coloring material of three colors laminated are provided on the board protruding part 31, and the board protruding part 31 and the laminated layer 32 constitute a spacer layer 30. The laminated layer 32 consists of a black protruding part BK' formed on the board protruding part 31, a red protruding part R' formed thereon, a green protruding part G' formed thereon, and a blue protruding part B' formed further thereon.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-239513

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int.Cl.⁶
 G 0 2 B 5/20
 G 0 2 F 1/1335
 1/1339

識別記号
 1 0 1
 5 0 5
 5 0 0

F I
 G 0 2 B 5/20 1 0 1
 G 0 2 F 1/1335 5 0 5
 1/1339 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-43749

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月27日

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 羽田 昭夫

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 安井 亮輔

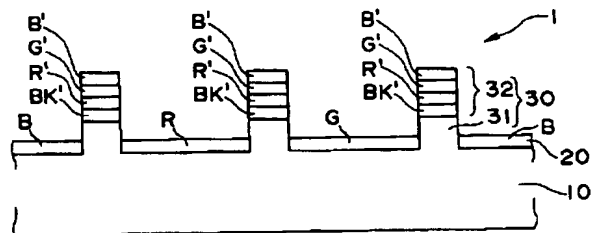
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置用カラーフィルタ及びその製造方法及び液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】スペーサ層(30)の高さの大きな液晶表示装置用カラーフィルタ(1)を提供すること。粒状スペーサを散布する工程を省いて、工程の簡略化を図ること。また、粒状スペーサを省いて液晶表示装置(2)の表示品質の向上を図ること。

【解決手段】液晶表示装置用カラーフィルタ(1)において、ブラックマトリックス層(BK)が配置される部分に複数の基板凸部(31)が形成され、この基板凸部(31)の上には、遮光部及び少なくとも3色の着色材料による積層部が形成され、基板凸部(31)と積層部(32)とからなる、スペーサ層(30)を備えることを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】透明基板と、この透明基板の上に形成されて遮光部を構成するブラックマトリックス層と、この透明基板の上に形成されて画素を構成するカラーフィルタ層とを有する液晶表示装置用カラーフィルタにおいて、前記ブラックマトリックス層が配置される部分に複数の基板凸部が形成され、この基板凸部の上には、遮光部及び少なくとも3色の着色材料による積層部が形成され、前記基板凸部と前記積層部とからなる、スペーサ層を備えることを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタ。

【請求項2】前記ブラックマトリックス層が薄膜トランジスタ駆動方式を用いた液晶表示装置用であり、薄膜トランジスタに対向する位置に前記スペーサ層があることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置用カラーフィルタ。

【請求項3】前記ブラックマトリックス層の膜厚、前記基板凸部の高さのうち、いずれか一方又は両方を調節することにより、前記カラーフィルタ層の着色材料の膜厚を変化させた際に変動するスペーサ層の高さが、一定の高さに保たれていることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の液晶表示装置用カラーフィルタ。

【請求項4】透明基板の上に基板凸部を設け、続いて透明基板の上に、遮光部を構成するブラックマトリックス層及び少なくとも3色の着色材料を用いて画素R、G、Bを構成するカラーフィルタ層を形成し、同時に、基板凸部の上に遮光部及び少なくとも3色の着色材料による突起部を形成する操作を繰り返して積層部を形成し、基板凸部と積層部とからなるスペーサ層を形成することを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタの製造方法。

【請求項5】請求項1記載の液晶表示装置用カラーフィルタと、複数の電極を有する対向透明基板とを、前記液晶表示装置用カラーフィルタに形成されたスペーサ層を介して接合し、スペーサ層により形成された隙間に液晶材料が封入されていることを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項6】前記ブラックマトリックス層が薄膜トランジスタ駆動方式を用いた液晶表示装置用であり、薄膜トランジスタに対向する位置に前記スペーサ層があることを特徴とする請求項5記載のカラー液晶表示装置。

【請求項7】前記液晶表示装置用カラーフィルタの、前記ブラックマトリックス層の膜厚、前記基板凸部の高さのうち、いずれか一方又は両方を調節することにより、前記カラーフィルタ層の着色材料の膜厚を変化させた際に変動するスペーサ層の高さが、一定の高さに保たれていることを特徴とする請求項5又は請求項6記載のカラー液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に用いるカラーフィルタに関するものであり、特にスペーサ

層の高さの大きなカラーフィルタ及びその製造方法及びカラー液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、カラーフィルタは、透明基板上にブラックマトリックスを所定箇所にマトリックス状に形成したのち、透明基板上に赤色（Red）、緑色（Green）、青色（Blue）のカラーフィルタ層を染色法、電着法、印刷法、顔料分散法などにより画素状に形成している。このカラーフィルタ層の上に必要に応じてカラーフィルタ層の保護と、平坦性を向上させるためにオーバーコート層が形成されることもある。そしてこのオーバーコート層の上もしくはカラーフィルタ層に直に透明導電膜層が形成されてカラーフィルタが構成される。

【0003】さらに、このカラーフィルタと、この基板に対向するように対向基板を設け、これらの接合によってできる隙間に液晶材料を封入することにより液晶表示装置が構成される。このような液晶表示装置においては、両基板間に前記液晶材料を封入する隙間を形成するために、スペーサと呼ばれるガラス又は合成樹脂の透明球状体粒子（ビーズ）や短棒状粒子を散布している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この従来の液晶表示装置の技術に於いては、基板間に隙間を形成するために、粒状スペーサを用いているが、この粒状スペーサを散布する工程を他の手段により省くことが出来ると、液晶表示装置を製造する工程における生産性の面からは大きな利点となる。また、粒状スペーサが透明な粒子であることから、画素内に液晶と一諸にこの粒状スペーサが入っていると、黒色表示時に粒状スペーサを介して光が漏れてしまい、また液晶材料が封入されている基板間に粒状スペーサが存在することによって、粒状スペーサ近傍の液晶分子の配列が乱され、この部分で光漏れを生じ、コントラストが低下し表示品質に悪影響を及ぼすという問題を有している。

【0005】このような技術に関し、特開平5-196946号公報には、スペーサ機能を有するカラーフィルタのRGBの各色を重畳して構成されている3層構造部を、各絵素間に配置することが示されている。この技術によれば、粒状スペーサを散布する工程を省くことができ、また、表示品質の向上を図ることができる。しかしカラーフィルタ層を形成するときに、同時に、3層構造部を形成すると、3層構造部の厚みはカラーフィルタ層の厚みに制約され、各カラーフィルタ層の厚みの合計以上の高さにはならない。

【0006】本発明は、カラーフィルタ層を形成するときに、同時に、スペーサ機能を有する積層部を形成しても、積層部はカラーフィルタ層の厚みに制約されるが、スペーサ層全体としてはカラーフィルタ層の厚みに制約されずに、スペーサ層の高さを大きくすることができる

液晶表示装置用カラーフィルタを提供すること、及び液晶表示装置を製造する工程の簡略化を図ること、及び粒状スペーサによる光漏れをなくし、表示品質の向上を図ることを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1の発明は、透明基板と、この透明基板の上に形成されて遮光部を構成するブラックマトリックス層と、この透明基板の上に形成されて画素を構成するカラーフィルタ層とを有する液晶表示装置用カラーフィルタにおいて、前記ブラックマトリックス層が配置される部分に複数の基板凸部が形成され、この基板凸部の上には、遮光部及び少なくとも3色の着色材料による積層部が形成され、前記基板凸部と前記積層部とからなる、スペーサ層を備えることを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタである。

【0008】また本発明の請求項2の発明は、前記ブラックマトリックス層が薄膜トランジスタ駆動方式を用いた液晶表示装置用であり、薄膜トランジスタに対向する位置に前記スペーサ層があることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置用カラーフィルタ、としたものである。

【0009】また本発明の請求項3の発明は、前記ブラックマトリックス層の膜厚、前記基板凸部の高さのうち、いずれか一方又は両方を調節することにより、前記カラーフィルタ層の着色材料の膜厚を変化させた際に変動するスペーサ層の高さが、一定の高さに保たれていることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置用カラーフィルタ、としたものである。

【0010】次に、本発明の請求項4の発明は、透明基板の上に基板凸部を設け、続いて透明基板の上に、遮光部を構成するブラックマトリックス層及び少なくとも3色の着色材料を用いて画素R、G、Bを構成するカラーフィルタ層を形成し、同時に、基板凸部の上に遮光部及び少なくとも3色の着色材料による突起部を形成する操作を繰り返して積層部を形成し、基板凸部と積層部とからなるスペーサ層を形成することを特徴とする液晶表示装置用カラーフィルタの製造方法である。

【0011】次に、本発明の請求項5の発明は、上記第一の発明の液晶表示装置用カラーフィルタと、複数の電極を有する対向透明基板とを、前記液晶表示装置用カラーフィルタに形成されたほぼ均一高さのスペーサ層を介して接合し、スペーサ層により形成された隙間に液晶材料が封入されていることを特徴とするカラー液晶表示装置である。

【0012】また本発明の請求項6の発明は、前記ブラックマトリックス層が薄膜トランジスタ駆動方式を用いた液晶表示装置用であり、薄膜トランジスタに対向する位置に前記スペーサ層があることを特徴とする請求項5記載のカラー液晶表示装置である。

【0013】また本発明の請求項7の発明は、前記液晶

表示装置用カラーフィルタの、前記ブラックマトリックス層の膜厚、前記基板凸部の高さのうち、いずれか一方又は両方を調節することにより、前記カラーフィルタ層の着色材料の膜厚を変化させた際に変動するスペーサ層の高さが、一定の高さに保たれていることを特徴とする請求項5記載のカラー液晶表示装置である。

【0014】

【発明の実施の形態】図1及び図2に示されるように、本発明の液晶表示装置用カラーフィルタ(1)は透明基板(10)と、この透明基板(10)の上に形成されて遮光部を構成するブラックマトリックス層(BK)と、この透明基板(10)の上に形成されて画素を構成するカラーフィルタ層(20)とを有している。そして、前記ブラックマトリックス層(BK)が配置される部分に複数の基板凸部(31)がある。この基板凸部(31)の上に遮光部及び少なくとも3色の着色材料が積層された積層部(32)があり、この基板凸部(31)とこの積層部(32)とでスペーサ層(30)を構成している。

【0015】図1に於いて、スペーサ層(30)は基板凸部(31)と積層部(32)とで構成されており、また、積層部(32)は基板凸部(31)の上に形成された、黒色の突起部(BK')と、この上に形成された赤色の突起部(R')と、続いてこの上に形成された緑色の突起部(G')と、更にこの上に形成された青色の突起部(B')とからなっている。また、カラーフィルタ層(20)を保護するとともに、平坦性を向上させるために該カラーフィルタ層(20)上にはオーバーコート層(図示せず)が形成されることもある。この該カラーフィルタ層(20)又は該オーバーコート層(図示せず)の上に透明導電膜層(図示せず)が形成される。

【0016】本発明に於いては、カラーフィルタ層を形成するときに、同時に、スペーサ機能を有する積層部を形成すると、積層部はカラーフィルタ層の厚みに制約されるが、スペーサ層全体としてはカラーフィルタ層の厚みに制約されずに、スペーサ層の高さを大きくすることができる液晶表示装置用カラーフィルタであることを特徴としている。

【0017】図1及び図2に示すように、先ず、透明基板(10)の一方の面のブラックマトリックス層(BK)が配置される部分に複数の基板凸部(31)を設ける。基板凸部(31)の形成方法は本発明に於いて特に限定されないが、フォトリソ法による実施の形態を述べる。

【0018】透明基板(10)を洗浄処理した後、レジスト膜の密着性を向上させるための前処理として疎水化処理を行う。疎水化処理剤としては、例えば、ヘキサメチルジシラザン濃度20%のアルコール溶液をもちいる。次に、ネガ型レジスト(例えば、東京応化工業株式会社製、製品名「OMR83」)を浸漬塗布により透明

基板(10)の両面に塗布し、乾燥、プリベークの後、感光性樹脂層を形成する。続いて、所定のパターンを有するフォトマスクを介して、一方の面に露光し、現像、ポストベークを施した後、一方の面にはパタニングされた耐蝕性レジスト膜を、他方の面には全面に耐蝕性レジスト膜を形成する。次に、エッチング液(例えば、フッ酸(49重量%)と、フッ化アンモン水溶液(40重量%)の1:10容積比混合液)への浸漬エッチング処理を、エッチング速度約0.1 μm /分にて行う。続いて、レジスト膜の剥膜、洗浄を行い、所定の高さの基板凸部(31)を形成する。

【0019】次に、図1に示すように、透明基板(10)上にブラックマトリクス層(BK)を図2の平面図に示すように、ストライプ状に設け、同時に、黒色の突起部(BK')を基板凸部(31)の上に設ける。このブラックマトリクス層(BK)の材料としては、本発明に於いては特に限定されないが、例えば、黒色顔料を分散した紫外線硬化型感光性樹脂(例えば 富士ハントエレクトロニクステクノロジー株式会社製、製品名「CK-2000」)をスピンコートにより塗布・乾燥させ、フォトマスクを介して紫外線を照射し、次いで現像処理される。このブラックマトリクス層(BK)は画素R、G、B間の遮光として機能するために表示画像のコントラスト向上に役立つものであり、ブラックマトリクス層(BK)の厚さは、透過濃度($10^{-2} I_0 / I_1$ 、但し I_0 は入射光量、 I_1 は透過光量)の値を2~3以上にする必要から例えば、1.0 μm 程度となる。しかし本発明に於いては、1.0 μm ~3.0 μm であってもよい。

【0020】続いて、透明基板(10)上に赤色のカラーフィルタ(R)をストライプ状に設け、同時に赤色の突起部(R')を設ける。この赤色着色材料として、赤色顔料を分散した紫外線硬化型感光性樹脂(例えば 富士ハントエレクトロニクステクノロジー株式会社製、製品名「CR-2000」)をスピンコートにより塗布・乾燥させ、透明基板(10)上にストライプ状赤色のカラーフィルタ(R)及び黒色の突起部(BK')の上に赤色の突起部(R')のパターンを形成する1枚のフォトマスクを介し、紫外線を照射し、次いで現像処理される。この赤色のカラーフィルタ(R)の厚さは、所望の分光特性を得るために、1.0 μm 程度が適当であり、赤色の突起部(R')の厚さも1.0 μm 程度となる。

【0021】次に、同様な操作を行い、透明基板(10)上に緑色のカラーフィルタ(G)をストライプ状に設け、同時に赤色の突起部(R')の上に緑色の突起部(G')を設ける。次に、同様な操作を行い、透明基板(10)上に青色のカラーフィルタ(B)をストライプ状に設け、同時に緑色の突起部(G')の上に青色の突起部(B')を設ける。

【0022】続いて、必要に応じこの上から全面に、オ

ーバーコート層(図示せず)をスピンコートにより形成し、更に、その上に透明導電膜層(70)をスパッタ法により形成する。薄膜トランジスタを用いたアクティブマトリクス型用のカラーフィルタの際には透明導電膜層(70)をスペーサ層(30)を含めた全面に、或いはスペーサ層(30)を避けた全面に形成する。また単純マトリクス型用のカラーフィルタの際にはブラックマトリクス層(BK)を避けた状態でストライプ状に設ける。

【0023】このようにして得られた液晶表示装置用カラーフィルタ(1)は、予め形成した基板凸部(31)と、その基板凸部(31)の上に形成した積層部(32)とでスペーサ層(30)を構成しているため、基板凸部(31)の形成されていない平坦な透明基板(10)の上に積層部(32)を形成した際のスペーサ層(30)に比べ、スペーサ層(30)の高さの大きな液晶表示装置用カラーフィルタ(1)となる。

【0024】以下に、本発明の他の実施の形態を説明する。液晶表示装置(2)には、薄膜トランジスタ(60)をスイッチング素子に用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置(2)があるが、この際には対向透明基板(12)の画素電極(65)の近傍にスイッチング素子としての薄膜トランジスタ(60)が各々形成されている。また、薄膜トランジスタ(60)に外部光が入射し、不要な光電効果を防ぐために、図3に示すように、カラーフィルタには、薄膜トランジスタ(60)に対向する位置に遮光部として突起部(BK')を配置してある。図4に示すように、すべての画素領域内一隅(若しくは適宜部分的な画素領域内一隅)が薄膜トランジスタ(60)に対向する位置にある突起部(BK')を示している。

【0025】本実施の形態に於いては、薄膜トランジスタ(60)に対向する位置にある基板凸部(31)の上に、黒色材料による突起部(BK')及び着色材料による積層された突起部(R', G', B')を設け、積層部(32)を形成したものである。この積層部(32)は遮光部も兼ねるものである。これにより、薄膜トランジスタ(61)に外部光が入射することによる不要な光電効果を抑えることがより確実なものになる。

【0026】また、携帯用機器に用いる液晶表示装置(2)の際には、消費電力を少なくし電池の寿命を長くするために、明るい液晶表示装置(2)にし、その照明光量を少なくしている。液晶表示装置(2)の色表示の性能を、一定の色純度及び明るさを有する標準となる色性能に対して、色の純度は低下させても色の明るさを高くした性能に変更し、明るい液晶表示装置(2)を製作する。このような際に用いる液晶表示装置用カラーフィルタ(1)としては、標準となる色性能になる着色材料と同一の着色材料を用い、その膜厚を薄くして明るさを高くしている。

【0027】本実施の形態に於いては、図5に示すように、標準となる色性能の際には、ブラックマトリックス層(BK)、カラーフィルタ(R, G, B,)及び突起部(R', G', B')の膜厚は、例えば各々1.0 μ mであり(膜厚b, c, d, e, fすべて1.0 μ m)、積層部(32)は4.0 μ m、基板凸部の高さaは2.0 μ mである。そして、スペーサ層の有効高さgは5.0 μ mである。また、図6に示すように、明るさを高くした色性能の際には、カラーフィルタ(R, G, B,)及び突起部(R', G', B')の膜厚は、例えば各々0.7 μ mであるが(膜厚c, d, e, fすべて0.7 μ m)、スペーサ層の有効高さgを、標準となる色性能の際のスペーサ層の有効高さgと同一の5.0 μ mに保つため、突起部(BK')の膜厚bを1.3 μ mに、基板凸部の高さaを2.3 μ mに、してある。

【0028】これにより、カラーフィルタのカラーフィルタ層(R, G, B,)及び突起部(R', G', B')の膜厚を薄くしてもスペーサ層(30)の有効高さgは一定に保たれる。他の目的に対しても、このようにスペーサ層(30)の高さを調節するために、基板凸部(31)の高さ、及びブラックマトリックス層(BK)の膜厚を変化させることができる。

【0029】次に、他の実施の形態のカラー液晶表示装置について説明する。図7は薄膜トランジスタ駆動の液晶表示装置(2)である。対向透明基板(12)は、薄膜トランジスタ駆動の液晶表示装置(2)の際には、対向透明基板(12)の画素電極(65)の近傍にスイッチング素子としての薄膜トランジスタ(60)が各々形成されている。また、薄膜トランジスタ(60)に外部光が入射し不要な光電効果を防ぐために、図7にあるように前記液晶表示装置用カラーフィルタには、薄膜トランジスタ(60)に対向する位置に基板凸部(31)と積層部(32)とからなるスペーサ層(30)が形成されている。尚、(61)はソース電極、(62)はアモルファスシリコン、(63)はゲート電極、(64)はゲート絶縁層、(66)は絶縁層である。

【0030】本実施の形態による液晶表示装置(2)は、上記第一の発明の液晶表示装置用カラーフィルタと複数の電極を有する対向透明基板(12)とを、前記液晶表示装置用カラーフィルタ上に形成されたスペーサ層(30)と、前記対向透明基板(12)上に形成された薄膜トランジスタ(60)とを介して接合し、スペーサ層(30)及び薄膜トランジスタ(60)により形成された隙間に液晶材料(50)が封入されているものである。

【0031】また、透明基板(10)のブラックマトリックス層(BK)に、部分的に、複数の基板凸部(31)を形成する方法としては、ホットエッチング法に限定されず、プラスティング法、イオン注入法などを用いてもよい。また、遮光部を構成するブラックマトリックス

層(BK)の材料としては、黒色顔料を分散した紫外線硬化型感光性樹脂に限定されず、クロム薄膜などを用いてもよい。

【0032】

【発明の効果】本発明に於いては、ブラックマトリックス層の膜厚、及び基板凸部の高さを調節することにより、スペーサ層の高さを変化させることができ、スペーサ層の高さの大きな液晶表示装置用カラーフィルタが得られる。また、カラーフィルタにスペーサ層が形成されているので、液晶表示装置の製造工程での粒状スペーサを散布する工程を省略できる。また、液晶表示装置に粒状スペーサを用いないので、液晶表示装置の表示品質を向上させることができる。また、薄膜トランジスタに対向する位置にスペーサ層があるので、遮光効果がより確実なものになる。また、3色の着色材料の膜厚を変化させると、スペーサ層の高さが変化するが、ブラックマトリックス層の膜厚、及び基板凸部の高さを調節することにより、スペーサ層の高さを一定に保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置用カラーフィルタの一実施例の側断面図である。

【図2】本発明の図1に示す液晶表示装置用カラーフィルタの平面図である。

【図3】本発明の液晶表示装置用カラーフィルタの他の実施例の側断面図である。

【図4】本発明の図3に示す液晶表示装置用カラーフィルタの平面図である。

【図5】標準となる色性能の際の本発明の液晶表示装置用カラーフィルタの一例を示す側断面図である。

【図6】明るさを高くした色性能の際の本発明の液晶表示装置用カラーフィルタの一例を示す側断面図である。

【図7】本発明の図3に示す液晶表示装置用カラーフィルタを用いた液晶表示装置の一例を示す側断面図である。

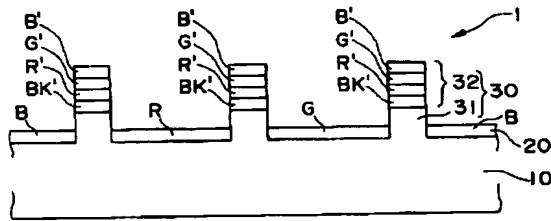
【符号の説明】

- 1…液晶表示装置用カラーフィルタ
- 2…液晶表示装置
- 10…透明基板
- 12…対向透明基板
- 20…カラーフィルタ層
- 30…スペーサ層
- 31…基板凸部
- 32…積層部
- 50…液晶材料
- 60…薄膜トランジスタ
- 61…ソース電極
- 62…アモルファスシリコン
- 63…ゲート電極
- 64…ゲート絶縁層
- 65…画素電極

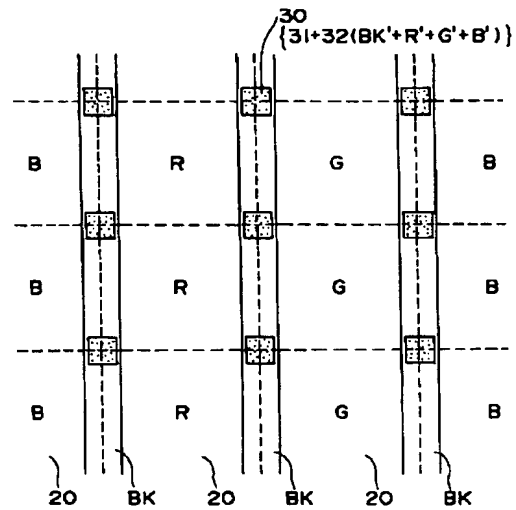
66…絶縁層
 70…透明導膜層
 BK', R', G', B'…突起部
 BK…ブラックマトリクス層
 R, G, B…カラーフィルタ

a…基板凸部の高さ
 c…カラーフィルタの膜厚
 b, d, e, f…突起部BK', R', G', B'の膜厚
 g…スペーサ層の有効高さ

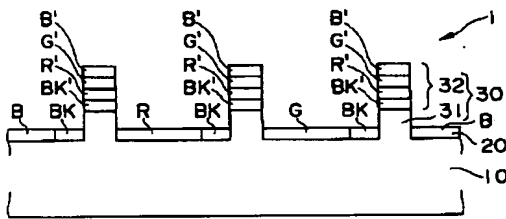
【図1】



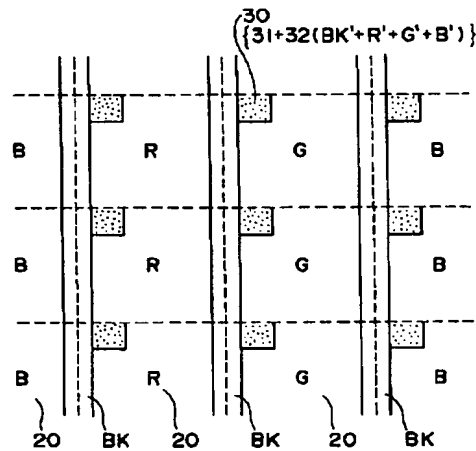
【図2】



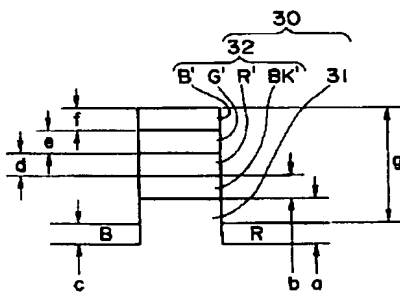
【図3】



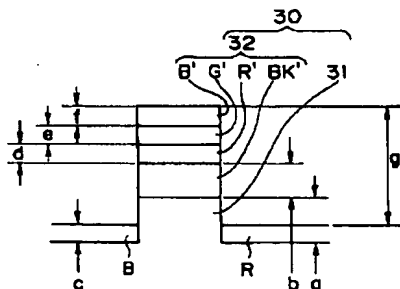
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

